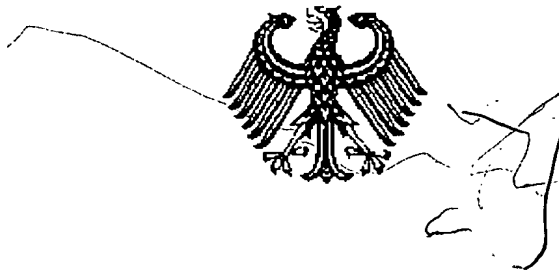


BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 60 981.0

Anmeldetag: 21. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: Thermo Electrom (Karlsruhe) GmbH,
Karlsruhe, Baden/DE
(vormals: Thermo Haake GmbH)

Bezeichnung: Rheometer

IPC: G 01 N 11/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Oktober 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

PATENTANWÄLTE
DIPL.-ING. HEINER LICHTI

DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT. JOST LEMPERT

DIPL.-ING. HARTMUT LASCH

D-76207 KARLSRUHE (DURLACH)
POSTFACH 410760

TELEFON: (0721) 9432815 TELEFAX: (0721) 9432840

Thermo Haake GmbH
Dieselstraße 4

19258.5/02 La/fe
20. Dezember 2002

76227 Karlsruhe

Rheometer

- Die Erfindung betrifft ein Rheometer mit einem oberen Mess-
teil und einem unteren Messteil, zwischen denen ein Mess-
raum zur Aufnahme einer Probe eines zu untersuchenden Stoff-
5 fes gebildet ist, wobei die beiden Messteile relativ zuein-
ander bewegbar und insbesondere dreh- oder schwenkbar sind,
und mit einer Erwärmvorrichtung zur Erwärmung zumindest des
unteren Messteils.
- 10 Ein Rheometer zur Ermittlung der rheologischen Kennwerte
eines viskosen Stoffes umfasst üblicherweise ein unteres,
feststehendes Messteil (Stator) und ein oberes, axial ver-
stellbares oder dreh- bzw. schwenkbares Messteil (Rotor),
zwischen denen ein Messraum zur Aufnahme einer Probe des zu
15 untersuchenden Stoffes ausgebildet ist. Beispielsweise kön-
nen die bei der relativen Verstellung zwischen dem oberen
und dem unteren Messteil auftretenden Kräfte und Spannungen
ermittelt werden, woraus sich die gewünschten rheologischen
Kennwerte errechnen lassen. Die rheologischen Kennwerte
20 hängen unter anderem von der Temperatur der Probe während
der Messung ab. Um reproduzierbare rheologische Kennwerte
zu erhalten, ist man deshalb bemüht, die Probe auf eine

vorbestimmte Temperatur zu erwärmen und während der gesamten Messung auf dieser Temperatur zu halten. Dabei ist es zur Erzielung genauer Messdaten jedoch notwendig, dass innerhalb der Probe des zu untersuchenden Stoffes eine homogene Temperaturverteilung gegeben ist. Dies ist bei vielen Erwärmvorrichtungen bekannten Aufbaus nicht der Fall.

In vielen Fällen wird als Erwärmvorrichtung ein Wärmetauscher in Form einer Platte verwendet, die von Kanälen durchzogen ist, in denen eine warme Flüssigkeit strömt. Da die Kanäle in der Platte einen gegenseitigen Abstands aufweisen, erwärmt sich die Platte bereichsweise ungleichmäßig, was die Erzielung einer homogenen Temperaturverteilung in der Probe des zu untersuchenden Stoffes schwierig macht.

Darüber hinaus ist es manchmal gewünscht, die Probe während der Messung mittels einer Videokamera zu beobachten, um eine Partikelverteilung innerhalb der Probe erfassen und auswerten zu können. Zu diesem Zweck ist es bekannt, in der Platte des Wärmetauschers einen kleinen Spalt freizulassen und die Probe durch diesen Spalt hindurch zu beobachten. Mit diesem Vorgehen kann jedoch der Nachteil verbunden sein, dass aufgrund des Spaltes keine homogene Temperaturverteilung in der Probe gegeben ist, wobei die Inhomogenität darüber hinaus genau am Beobachtungsort bzw. dem Messort auftritt, wodurch die Genauigkeit der Messergebnisse nachteilig beeinflusst ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Rheometer der genannten Art zu schaffen, bei dem das untere Messteil mit homogener Temperaturverteilung erwärmbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Rheometer mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dabei ist vorgesehen, dass das untere Messteil ein die Probe tra-

gendes Trägerteil umfasst, das durch Anlegen einer elektrischen Spannung heizbar ist. Diese direkte Beheizung des Trägerteils kann dabei dadurch erfolgen, dass es entweder aus einem elektrisch leitfähigen, vorzugsweise nicht-metallischen Material besteht und/oder mit einem elektrisch leitfähigen Medium versehen ist, wobei das elektrisch leitfähige Medium in das Trägerteil eingebettet und/oder beispielsweise in Form einer Beschichtung fest auf dieses aufgebracht sein kann. Mittels der elektrischen Erwärmung des Trägerteils aufgrund seines Eigenwiderstands lässt sich auf der Messfläche, d.h. der Auflagefläche des Trägerteils, auf der die Probe des zu untersuchenden Stoffes angeordnet ist, eine homogene Temperaturverteilung erzielen. Vorzugsweise besteht das Trägerteil, bei dem es sich um eine Platte, einen Kegel, einen zylindrischen Becher oder auch um eine andere Geometrie handeln kann, aus einem elektrisch leitfähigen Glas. Jedoch sind auch andere Materialien, insbesondere hitzbeständiger Kunststoff, Keramik oder auch Halbleitermaterialien, einsetzbar. Es hat sich gezeigt, dass sich mit Glas als sich erwärmender Widerstand Temperaturen von mehr als 400°C erreichen lassen. Darüber hinaus ist eine hohe Ansprechempfindlichkeit der Temperierung gegeben. Im folgenden soll beispielhaft von einem Trägerteil in Form einer Glasplatte ausgegangen werden.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass das Trägerteil bzw. die Glasplatte zumindest abschnittsweise transparent ist. Aufgrund der Transparenz des Trägerteils bzw. der Glasplatte lässt sich die Probe während der Messung beobachten, ohne dass im Trägerteil bzw. in der Platte ein Spalt und somit ein Diskontinuitätsabschnitt vorgesehen sein muss. Wenn das Trägerteil bzw. die Glasplatte vollständig transparent ist, ist eine optische Probenbeobachtung über die gesamte Messfläche und nicht nur in einem vorgegebenen engen Spaltbereich möglich.

Die optische Beobachtung der Probe während der Messung erfolgt vorzugsweise durch das Trägerteil bzw. die Glasplatte hindurch. Zu diesem Zweck kann unterhalb des Trägerteils
5 bzw. der Glasplatte oder deren transparenten Abschnitts eine Kamera, insbesondere Videokamera, zur Beobachtung der Probe angeordnet sein. Die Kamera kann entweder ortsfest angeordnet oder in ihrer Position relativ zu dem Trägerteil bzw. der Glasplatte und somit relativ zu der Probe veränderbar sein. Darüber hinaus kann zwischen der Kamera und
10 der Probe ein Objektiv bekannten Aufbaus angeordnet sein.

Nach Durchführung einer Messung kann es notwendig sein, das Trägerteil bzw. die Glasplatte wieder auf eine Ausgangstemperatur herabzukühlen. Dies kann vorzugsweise dadurch erreicht werden, dass das Trägerteil bzw. die Glasplatte mit
15 einer Kühlvorrichtung gekoppelt ist. Vorzugsweise ist die Kühlvorrichtung als Wärmetauscher in Form einer Kühlplatte ausgebildet, die mit Kanälen für ein Kühlmedium durchzogen ist. Dabei kann das Trägerteil bzw. die Glasplatte auf ihrer der Probe abgewandten Seite auf der Kühlvorrichtung
20 bzw. der Kühlplatte aufliegen. Um auch in diesem Fall eine Beobachtung der Probe während der Messung zu ermöglichen, sollte in der Kühlvorrichtung bzw. der Kühlplatte zumindest ein Durchlass oder Spalt ausgebildet sein, durch den
25 hindurch die Probe mittels der Kamera beobachtet werden kann. Statt eines herkömmlichen Wärmetauschers kann auch ein Peltier-Element als Kühlvorrichtung verwendet werden.

Bei bekannten Rheometern ist zur Ermittlung der IST-Temperatur ein separater Temperaturfühler vorgesehen, der für eine zusätzliche Inhomogenität der Temperaturverteilung
30 sorgt. Bei dem erfindungsgemäßen Rheometer kann die Temperatur der Probe des zu untersuchenden Stoffes über den Eigenwiderstand des Trägerteils bzw. der Glasplatte ermittelt
35

werden, da dieser abhängig von und insbesondere proportional der Probertemperatur ist. Zu diesem Zweck ist vorzugsweise eine Verarbeitungseinheit zur Ermittlung der Temperatur der Probe in Abhängigkeit von dem Widerstand des Trä-
5 gerteils bzw. der Glasplatte vorgesehen.

Auch das obere Messteil kann zumindest teilweise aus Glas bestehen und in genannter Weise direkt beheizt werden. Um die Homogenität der Temperaturverteilung zu erhöhen, kann
10 zusätzlich oder alternativ für die Probe eine obere insbesondere haubenartige Probenabdeckung vorgesehen sein. Die Probenabdeckung kann aus einem nicht-metallischen Werkstoff genannter Art bestehen, der in erläuteter Weise direkt be-
heizbar ist. Nähere Angaben ergeben sich aus der obenste-
15 henden Beschreibung bezüglich dem Aufbau und der Beheizung des Trägereils.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter
20 Bezugnahme auf die Zeichnung ersichtlich, wobei die einzige Figur einen Schnitt durch den Messaufbau eines Rheometers zeigt.

Ein in der Figur nur ausschnittsweise dargestelltes Rheome-
25 ter 10 besitzt ein oberes dreh- oder schwenkbares Messteil (Rotor) 11, das eine im wesentlichen horizontal ausgerichtete Platte 13 umfasst, die über ein Verbindungsstück 14 an dem unteren Ende einer vertikalen Welle 15 angebracht ist, die zusammen mit dem Verbindungsstück 14 und der Platte 13
30 schwenk- oder drehbar ist, wie durch den Doppelpfeil D angedeutet ist.

Unterhalb der Platte 13 ist ein Messraum gebildet, in dem eine Probe 17 eines zu untersuchenden Stoffes angeordnet
35 ist. Der Messraum ist auf seiner Unterseite durch ein Trä-

gerteil in Form einer horizontalen Glasplatte 16 begrenzt, deren obere, die Probe 17 tragende Auflagefläche im wesentlichen parallel zur Unterseite der Platte 13 verläuft, so dass ein Messraum konstanter Höhe gebildet ist. Die Glasplatte 16 ist Teil eines feststehenden unteren Messteils 12 (Stator) und liegt mit ihrer Unterseite auf einer Kühlplatte 18 auf, die von Kanälen 19 durchzogen ist, in denen eine kühle Flüssigkeit fließen kann.

- 10 Die Glasplatte 16 besteht aus elektrisch leitfähigem Glas und ist mit Anschlüssen 16a und 16b versehen, mit denen sie an eine nicht dargestellte elektrische Spannungsquelle anschließbar ist. Wenn die Glasplatte 16 von elektrischem Strom durchflossen ist, erwärmt sie sich aufgrund ihres Eigenwiderstandes gleichmäßig über ihre gesamte Fläche und gibt diese Wärme an die auf ihr liegende Probe 17 ab, die dadurch ebenfalls gleichmäßig erwärmt wird.

- 20 In der Kühlplatte 18 ist ein zentrischer Durchlass 20 ausgebildet, unterhalb von dem eine Videokamera 21 angeordnet ist. Die Videokamera 21 ist so ausgerichtet, dass mit ihr die Materialprobe 17 durch den Durchlass 20 der Kühlplatte 18 und durch die Glasplatte 16 hindurch beobachtet werden kann.

PATENTANWÄLTE

DIPL.-ING. **HEINER LICHTI**DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT. **JOST LEMPERT**DIPL.-ING. **HARTMUT LASCH**D-76207 KARLSRUHE (DURLACH)
POSTFACH 410760

TELEFON: (0721) 9432815 TELEFAX: (0721) 9432840

Thermo Haake GmbH
Dieselstraße 419258.5/02 La/fe
20. Dezember 2002

76227 Karlsruhe

Patentansprüche

1. Rheometer mit einem oberen Messteil (11) und einem un-
teren Messteil (12), zwischen denen ein Messraum zur
Aufnahme einer Probe (17) eines zu untersuchenden
5 Stoffes gebildet ist, wobei die beiden Messteile (11,
12) relativ zueinander bewegbar und insbesondere dreh-
oder schwenkbar sind, und mit einer Erwärmvorrichtung
zur Erwärmung zumindest des unteren Messteils (12),
dadurch gekennzeichnet, dass das untere Messteil (12)
10 ein die Probe (17) tragendes Trägerteil (16) umfasst,
das durch Anlegen einer elektrischen Spannung heizbar
ist.
2. Rheometer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
15 dass das Trägerteil (16) aus einem elektrisch leitfä-
higen Material besteht.
3. Rheometer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
dass das Trägerteil (16) aus elektrisch leitfähigem
20 Glas besteht.

4. Rheometer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerteil (16) mit einem elektrisch leitfähigen Medium versehen ist.
5. Rheometer nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das elektrisch leitfähige Medium in das Trägerteil (16) eingebettet oder auf dieses aufgebracht ist.
- 10 6. Rheometer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerteil (16) zumindest abschnittsweise transparent ist.
- 15 7. Rheometer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb des transparenten Abschnitts das Trägerteil (16) eine Kamera (21) zur Beobachtung der Probe (17) angeordnet ist.
- 20 8. Rheometer nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerteil (16) eine Platte oder ein Becher ist.
- 25 9. Rheometer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerteil (16) mit einer Kühlvorrichtung (18, 19) gekoppelt ist.
- 30 10. Rheometer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerteil (16) auf seiner der Probe (17) abgewandten Seite auf der Kühlvorrichtung (18, 19) aufliegt.
- 35 11. Rheometer nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass in der Kühlvorrichtung (18, 19) ein Durchlass (20) zur Beobachtung der Probe (17) mittels der Kamera (21) ausgebildet ist.

12. Rheometer nach einem der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet durch eine Verarbeitungseinheit zur Ermittlung der Temperatur der Probe in Abhängigkeit von dem Widerstand des Trägerteils.

5

13. Rheometer nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das obere Messteil (11) durch Anlegen einer elektrischen Spannung heizbar ist.

- 10 14. Rheometer nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass eine haubenartige Abdeckung vorgesehen ist, die das obere Messteil (11) und die Probe (17) zumindest teilweise umgibt und dass die haubenartige Abdeckung durch Anlegen einer elektrischen Spannung heizbar ist.
- 15

15. Rheometer nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die haubenartige Abdeckung aus Glas besteht, das elektrisch leitfähig ist oder mit einem elektrisch leitfähigen Medium versehen ist.
- 20

PATENTANWÄLTE

DIPL.-ING. **HEINER LICHTI**DIPL.-PHYS. DR. RER. NAT. **JOST LEMPERT**DIPL.-ING. **HARTMUT LASCH**D-76207 KARLSRUHE (DURLACH)
POSTFACH 410760

TELEFON: (0721) 9432815 TELEFAX: (0721) 9432840

Thermo Haake GmbH
Dieselstraße 419258.5/02 La/fe
20. Dezember 2002

76227 Karlsruhe

Zusammenfassung

Ein Rheometer umfasst ein oberes Messteil und ein unteres Messteil, zwischen denen ein Messraum zur Aufnahme einer Probe eines zu untersuchenden Stoffes gebildet ist, wobei

5 die beiden Messteile relativ zueinander bewegbar und insbesondere dreh- oder schwenkbar sind. Des Weiteren ist eine Erwärmvorrichtung zur Erwärmung zumindest des unteren Messteils und somit der Probe vorgesehen. Dabei umfasst das untere Messteil ein die Probe tragendes Trägerteil, das durch

10 Anlegen einer elektrischen Spannung heizbar ist. Insbesondere besteht das Trägerteil aus Glas, das selbst elektrisch leitfähig ist und/oder mit einem elektrisch leitfähigen Medium versehen sein kann.

